

## 1. ごあいさつ

暖かくなり、桜の花が咲き始めたこの頃、いかがお過ごしでしょうか。株式会社アイリンク 照井清一です。保育園の卒園アルバムに使うため、息子の赤ちゃんの時の写真を出しました。「あれっ、普通じゃん」赤ちゃんの頃は「最高にかわいい!!」と思っていたのですが…。完全にフィルターがかかっていて、現実が見えなかったようです。どの親も

「わが子が一番!」と思っているでしょう。まあ、赤ちゃんは皆かわいいです。けど泣きやまない時はこちらが泣けてきます。それも遠い昔となりました。



## 2. インダストリー4.0はものづくりを変えるのか?

モノづくり通信第30号は、インダストリー4.0とスマートファクトリーについてです。昨年からマスコミに取り上げられ、「ものづくりが変わる!」と

さかんに書かれています。でも具体的には何なのか、良く分からない方も多いと思います。その実態を分かりやすく解説します。

### (1) インダストリー1.0から4.0へ

#### 【インダストリー1.0 産業革命】

18世紀の終わりに起きた産業革命は、蒸気機関という動力を利用し生産性が飛躍的に向上しました。大量の衣類が安く提供され暮らしは豊かに



図1 自動織機

なりました。工場を経営し収入を増やした人々の中から新たな中産階級として資本家が誕生しました。

#### 【インダストリー2.0 大量生産システム】

ワットの蒸気機関の発明から110年経ち、電球の発明や発電施設と送電網の整備により、電気がエネルギーとして安定供給されるようになりました。



図2 フォードの工場

20世紀初頭、ヘンリーフォードは、ベルトコンベアを使用した大量生産システムを生み出しました。扱いやすいエネルギーとして安定した電気の使用と、ベルトコンベアなどの大量生産システムがインダストリー2.0です。

#### 【インダストリー3.0 コンピューター化、自動化】

インダストリー3.0は、コンピューター制御と自動化です。1980年代に入ると、コンピューターによる設備の高度な制御や、産業用ロボット、NC工作機械の発達により、



図3 FMSライン

組立や加工の自動化・無人化が実現しました。そしてコンピューターによる多品種少量生産システムFMS (Flexible Manufacturing System) やコンピューターによる統合生産システムCIM (Computer Integrated System) が開発されました。

#### 【インダストリー4.0 スマートファクトリー化】

インダストリー4.0は、インターネット技術と人工知能を使って、今までにない高度な工場管理と、個別生産を実現することで、以下の3点に要約できます。

- 生産現場から出た大量のデータを解析し、人工知能を使ったシミュレーション技術を用いることで、生産指示、ものの流れ、設備の運用を高度に最適化し、高い生産性と省エネルギーを実現。
- 設備や機器同士が相互に通信することで、設備や機器の自律的で最適な動作を実現。
- 高度に管理されたものづくりにより、顧客一人一人の要望に基づいた1個づくりを実現。これを実現する工場がスマートファクトリーです。

(2) スマートファクトリーの技術

① IoT 技術

全てのセンサー、設備、機器をインターネットに接続し、あらゆる情報を収集

② ビッグデータ解析

①で収集した膨大なデータから有益な情報を分析

③ サイバーフィジカルシステム

コンピューター上の仮想の工場で、②のデータを活用して実際の工場の動きをシミュレーションする。

④ 機械学習

③のシミュレーションを行う際、シミュレーション

結果を基に継続的に進化させ、シミュレーションの精度を高める。

⑤ 人工知能

機械学習やビッグデータ解析には、人工知能の技術が用いられます。

⑥ 標準化

機器や設備同士の通信を実現するために、通信を標準化

- 設備と上位システムの通信の標準化 (OPC-UA)
- センサーなど機器と制御機器との通信 (ORiN)

(3) 制約された条件から、「潤沢な世界」へ

今までコンピューターを使用する際は、メモリ容量によるデータサイズの制約、通信回線の速度によるデータ量の制約、コンピューターの処理能力の制約がありました。

しかしコンピューターの処理能力は飛躍的に高まり、

大量のデータを高速で処理できるようになりました。クラウド・コンピューティングにより、誰もがスーパーコンピューターの性能を自由に使える時代になり、今「制約された世界」から「潤沢な世界」に移行しつつあります。

(4) サイバーフィジカルシステムと人工知能

コンピューター上のバーチャルな工場がサイバーフィジカルシステムです。このモデルの中で様々な製造条件を変更し、何度もシミュレーションすることで短時間に最適解を見つける事ができます。このシミュレーションと最適条件を見つける手法に人工知能による機械学習が使われます。

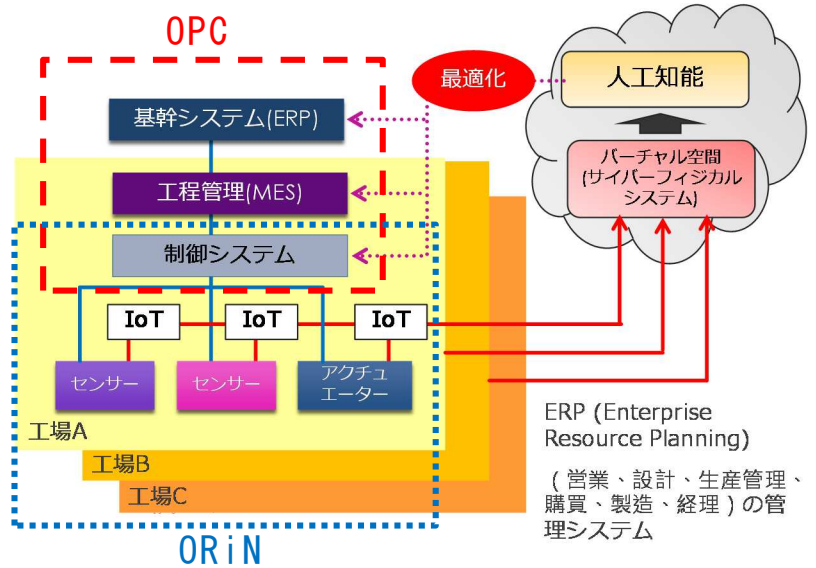


図4 スマートファクトリーと生産管理システム

(5) IoT とビッグデータ解析

IoT(Internet Of Things)は、センサー、モーターなどの機器を直接インターネットにつなぐ技術です。各機器で起きたことを大量のデータとしてストックし分析することで、ベテランの管理者でも気づかなかった問題点の発見や最適な管理を実現します。

(6) 標準化 (OPCとORiN)

【OPC (OPC-UA)】

OPCとは、ERPやMESなどの管理システムとPLCなどの制御機器とのデータ通信の標準規格です。従来は異なるシステムや設備間の通信は専用のソフトが必要でした。しかしOPCという標準規格に従えばどんなPLCやFA機器でも上位システムと簡単に接続できます。

【ORiN】

PLCなどのコントローラと各種センサーとの通信は、PROFINET、EtherCAT、CC-Linkなど様々な方式があり、互換性がありませんでした。そこでNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)のプロジェクトから生まれた日本発のFAインターフェースの標準規格がORiNです。

(7) インダストリー4.0 の実例

【ゼネラル・エレクトリック (GE社)】

GE社のCEOジェフリー・イメルトは「すべての製造業は、データ解析企業になる」と語っています。同社では、ジェットエンジン、ガスタービン、風力発電機、列車などに大量のセンサーを搭載して、送られてくる膨大なデータを解析して、最適な運用方法をアドバイスするサービスを行っています。

同社はエアアジア社に対して、ジェットエンジンのセンサーや気候、その時の整備状態のデータを解析して、燃料を節約するために空港への進入路を変更することを提案しました。これによりエアアジア社は1000万ドル/年のコストを削減しました。

【コマツ】

建設機械に搭載されたGPSや各種センサーから、個々の建設機械の情報を収集し、機械の稼働状況、保守のタイミングなどをユーザーや販売代理店に提供しています。また盗難されてもGPSで場所を特定した上で、遠隔操作で機械を止めます。

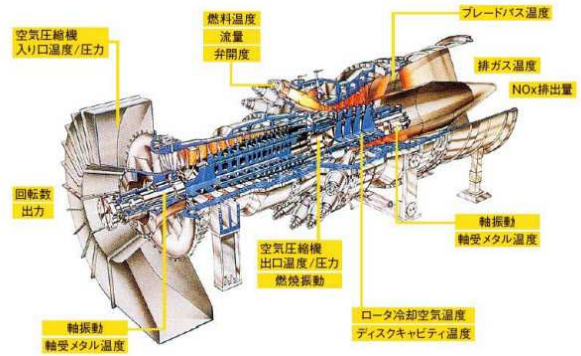


図5 ジェットエンジンのセンサー

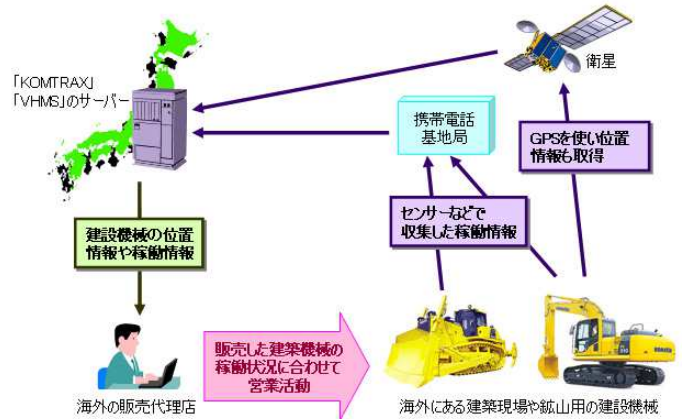


図6 KOMTRAX(コマツ)

(8) インダストリー4.0 での疑問

【目的と手段の混同】

インダストリー4.0 はあくまで手段であり、これを活用してどのようなものづくりをするかが重要です。多くの記事は方法論ばかり先行し、何ができるかがあいまいです。かつてのCIMやFMSの二の舞にならないとも限りません。

【ドイツで生産性が向上したわけではない】

多くの記事では、ドイツは労働生産性やGDPの成長率が高いことを伝えています。しかしドイツも今インダストリー4.0 に取り組んでいるのであり、インダストリー4.0 で生産性が上がったわけではありません。

(9) ものづくりノウハウが拡散する

生産設備からの情報を大量に収集し分析すれば個々のユーザーのノウハウを設備に取り込むことができます。熟練者しかできないことが、新人でもできるようになります。自社のノウハウが設備メーカー

に取り込まれ、設備メーカーは設備を売るのではなく、製造ノウハウを売るメーカーになっていきます。

3. ものづくり温故知新 「絶対に失敗が許されない打ち上げ」

2003年11月29日13時33分、小雨が降る中、JAXA(宇宙航空研究開発機構)のH2A 6号機が種子島の発射場をリフトオフしました。



図7 H2A の打上げ

しかし1分45秒後、固体ロケットブースターが分離せず、打ち上げは失敗しました。

その1か月半前、中国が初めて有人宇宙飛行に成功しました。これと対比してマスコミは「中国にも劣る日本の宇宙開発技術」と書きました。

その年、JAXAで小型ロケットのマネージャーをしていた虎野吉彦は、突然H2Aのサブマネージャーを命じられました。それは火中の栗を拾うような役柄で、虎野にとって青天のへきれきでした。調査の結果、6号機の失敗は固体ロケットのCFRP製のノズルが想像以上に燃焼ガスで浸食されていたことが原因でした。



これは開発段階でわかっていて、対策として肉厚を厚くし大丈夫と判断していました。1号機から5号機の打ち上げが成功したことも自信を裏付けました。しかし浸食には個体差

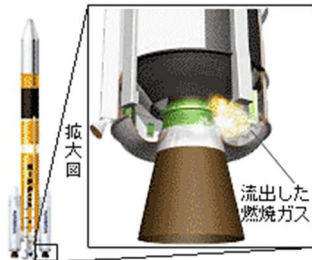


図 8 個体ロケットのノズル

がありました。「今から思い起こすと、対策が問題ないことを確認するための燃焼試験を1度も行わなくてよかったかどうかということです。」と虎野氏は語ります。

虎野氏も含めた J A X A の総点検委員会は図面1枚1枚から全てチェックし、786件の課題を抽出し、そのうち重大な課題 77 件を対策しました。「6号機の失敗は、たまたまノズルの浸食で起きた

のであって、他で起きた可能性も否定できない。過去を是としないで、なぜこういう答えが出るのかわからないものは、徹底的に試験しました。

J A X A の理事長で国鉄出身の山之内は、ロケットについて以下のように語っています。

「ロケットエンジンは過酷な条件なので、せいぜい2,000秒持てばいい。しかし電車はそんな設計はしない。未来永劫に持つ。これほど過酷で、デリケートで、日本にとってこれほど技術が経験不足で、失敗経験が少ないのは、大変だなあと正直思った。」

それから1年半後の2005年2月26日午後6時25分H2A 7号機がリフトオフしました。そして午後7時5分総司令塔が告げました。

「衛星の分離をしました。コングラチュレーション」総司令塔で一斉に歓声が上がりました。

#### 4. 未来戦略ワークショップ「人口減少社会とこれから起こる変化」

経営環境の変化や経営事例などを学ぶ勉強会「未来戦略ワークショップ」4月は「インダストリー-4.0はものづくりを変えるのか？」今回のテーマを掘り下げ、これから起こる変化について考えます。この勉強会はどなたでも参加できます。詳細は以下にあります。

<http://ilink-corp.co.jp/1669.html>

日時 4月17日(日) 9:30~12:00

場所 刈谷市総合文化センター アイリス  
(中央生涯学習センター) 403 研修室  
刈谷駅南口 徒歩3分

参加費 500円

前日までに、FAX、電話(0564-55-5661)

又はメール(terui@ilink-corp.co.jp)をお願いします。

**未来戦略ワークショップ参加申し込み FAX 0564-52-5364**

会社名

お名前

TEL

FAX

#### 6. 編集後記

わが子がよちよち歩きの幼子だったのは、遠い昔になりました。若い人と会う時、「この子の親もこんな気持ちなのかな」と思うようになりました。子供が元気なことが一番です。現実には「まだ宿題やってないのか！」と子供に怒鳴る日々ですが…。

本ニュースレターが不要な方はお手数ですが下記通信欄に、お名前又は社名と「不要」とご記入の上、FAXして頂くか、メールにて不要とお知らせください。

通信欄

最後まで読んで頂きありがとうございました。

株式会社アイリンク 代表取締役 照井清一  
〒444-0202 愛知県岡崎市宮地町馬場 17-1  
TEL 0564-55-5661 FAX 0564-52-5364

URL : <http://www.spiral.ilink-corp.co.jp>

Email: [terui@ilink-corp.co.jp](mailto:terui@ilink-corp.co.jp)

Facebook : <https://www.facebook.com/se.terui>

メルマガ

<http://spiral.ilink-corp.co.jp/malmag.html>

